

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 63096756  
PUBLICATION DATE : 27-04-88

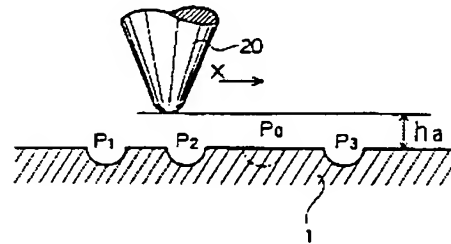
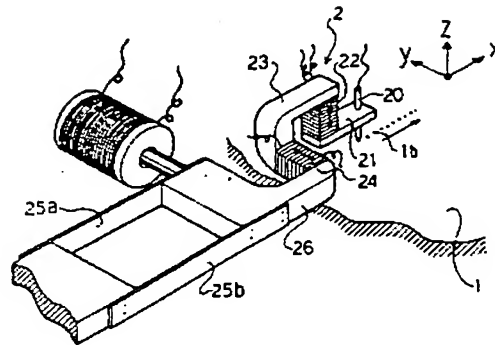
APPLICATION DATE : 13-10-86  
APPLICATION NUMBER : 61242825

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>;

INVENTOR : YASUDA KYOSUKE;

INT.CL. : G11B 9/06 G11B 9/00

TITLE : STORAGE DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To attain recording with high density, by preventing a detecting probe from being brought into contact with a storage medium, reading a bit of information by measuring capacitance between the probe and the storage medium, or a tunnel current generated at time of impressing a voltage between them.

CONSTITUTION: A gap ( $h_a$ ) between the tip of the probe 20 and the surface of the storage medium 1 is held in constant invariably at the gap (several ten angstroms) to detect the capacitance in a micro area, or the gap (10 angstroms) to generate the tunnel current. And detected capacitance or tunnel current is fed back, and a piezoelectric element 22 is driven by a control circuit, and the probe 20 is moved in a direction of (z). At such a time, the upper limit of the response frequency of the movement of the probe is set less than the frequency of the change of the capacitance to detect a bit string, or that of the change of the tunnel current. Therefore, it is possible to separate the detecting signal of the bit string in the influence of the fluctuation in the gap ( $h_a$ ), from disturbance.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

Best Available Copy

**This Page Blank (uspto)**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-96756

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

G 11 B 9/06  
9/00

識別記号

庁内整理番号

Z-7426-5D  
7426-5D

⑬ 公開 昭和63年(1988)4月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 記憶装置

⑰ 特 願 昭61-242825

⑱ 出 願 昭61(1986)10月13日

⑲ 発 明 者	金 子 礼 三	東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社電子機構技術研究所内
⑲ 発 明 者	山 口 陽 一 郎	東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社社内基礎研究所内
⑲ 発 明 者	戸 島 知 之	東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社電子機構技術研究所内
⑲ 発 明 者	安 田 享 祐	東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社電子機構技術研究所内
⑳ 出 願 人	日本電信電話株式会社	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号
㉑ 代 理 人	弁理士 澤 井 敬 史	

明 細 書

1. 発明の名称 記 憶 装 置

2. 特許請求の範囲

(1) バイナリ信号を記憶媒体表面の記録面上に配列したビットの有無として記憶し、該記憶媒体に対して所定の間隔を保って対向する検出プローブによって、該プローブ先端と該記録面との間の静電容量の変化若しくはトンネル電流の変化として前記記憶信号を読み出す記憶装置であって、

前記記憶媒体の記録面を、前記プローブに対して前記ビットの配列方向に沿って移動せしめる手段と、

該プローブ先端の位置を前記記憶媒体の記録面と垂直な方向に移動する第1手段と、

該プローブ先端を、前記記憶媒体の記録面と平行に且つ記憶信号の配列方向と直角に移動する第2手段と、

前記記憶媒体に記憶された信号の読み出し周波

数よりも低い応答周波数で、前記第1手段および第2手段を駆動して、前記プローブ先端と前記記憶媒体表面との間隔を所定の間隔に保つと同時に、前記記憶媒体上の任意のビットあるいはビット列を選択的に検出するように制御する手段とを備えることを特徴とする記憶装置。

(2) 前記第1手段が、前記プローブと該プローブを支持する手段との間に垂直に配設された圧電素子であることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の記憶装置。

(3) 前記プローブが弾性支持されており、前記第2手段が、前記プローブと該プローブを支持する手段との間に水平に配設された圧電素子と、少なくとも該圧電素子を水平に移動するソレノイドとを備えることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項に記載の記憶装置。

(4) 前記記憶媒体が円板状をなし、前記ビット列

が該記憶媒体表面に同心円状に配列されて複数のトラックを形成していることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第4項のいずれか1項に記載の記憶装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本発明は、新規な方式による記憶装置に関する。より詳細には、コンピュータ等の外部記憶装置として有利な、極めて記憶密度の高い新規な記憶装置の構成に関する。

#### 従来の技術

大容量の情報を記憶するいわゆるファイル記憶装置として磁気記憶装置が広く利用されている。この形式の記憶装置は比較的簡便であり、広い範囲で実用に供されているが、昨今のコンピュータ関連技術の進歩に従って、より大容量あるいは高密度な記憶装置が求められている。

この要求に対応して、近年、記憶密度が磁気記

憶の約10倍という、レーザ光を利用した光記憶装置が実用化されている。光カード、CD-ROM、追記型光ディスク装置などがそれである。しかし、この光記憶装置も既に実用段階にはいり、尚も更に高い記憶密度を有する記憶装置の必要性が早くも論じられている。

#### 発明が解決しようとする問題点

即ち、光記憶装置の記憶密度の限界は、最終的に記憶媒体に照射されるレーザ光のスポット径によって定まる。現在使用されているレーザの波長は可視光領域であり、レーザスポット径はサブミクロン領域にある。従って、紫外光領域のレーザを使用すればスポット径は更に微小となり現在よりは高密度な記憶の可能な記憶装置の実現は可能であるが、実際には紫外光を発生する安価で長寿命なレーザを工業的に生産することが依然として困難であり、また、たとえ短波長レーザ光を利用したとしても、レンズなどの光学系の材料に大きな制約がある上に、これによって達成することの

できる波長の短縮は、現用の可視光の波長のせいぜい1/2乃至1/3程度である。従って、これを利用した記憶装置の記憶密度もそれ以上には向上し得ない。

一方、異なる記憶媒体を使用するものとして、予め記録面上に情報をビットとして記憶した記憶媒体を一方の電極とし、検出針を他方の電極として、記憶媒体上のビットの有無による両者の間の静電容量の変化を情報として読み出す所謂静電容量方式がある。この方式は、VHD方式(日本ビクター社)あるいはCED方式(米国RCA社)として既に画像情報あるいは音声情報の記録等に用いられている。しかしながら、現在実現されている静電容量方式は、記録面上を覆う保護層を兼ねた絶縁層表面に検出針を直接当接して走査する方式なので、各種仕様に機械的な外乱等に対する大きな余裕が必要で、記憶密度の向上には限界がある。また、検出針の機械的摩擦等により寿命あるいは信頼性も制限される。但し、静電容量を検出する方式においては、記憶密度に理論上の限界

がなく、高密度の記憶を達成し得る可能性がある。

そこで、本発明の目的は、極めて高い記憶密度と信頼性を有し、高速でデータを処理できる新規な記憶装置を提供することにある。

#### 問題点を解決するための手段

即ち、本発明に従い、バイナリ信号を記憶媒体表面の記録面上に配列したビットの有無として記憶し、該記憶媒体に対して所定の間隔を保って対向する検出プローブによって、該プローブ先端と該記録面との間の静電容量の変化若しくはトンネル電流の変化として前記記憶信号を読み出す記憶装置であって、前記記憶媒体の記録面を、前記プローブに対して前記ビットの配列方向に沿って移動せしめる手段と、該プローブ先端の位置を前記記憶媒体の記録面と垂直な方向に移動する第1手段と、該プローブ先端を、前記記憶媒体の記録面と平行に且つ記憶信号の配列方向と直角に移動する第2手段と、前記記憶媒体に記憶された信号の読み出し周波数よりも低い応答周波数で、前記第

1 手段および第 2 手段を駆動して、前記プローブ先端と前記記憶媒体表面との間隙を所定の間隔に保つと同時に、前記記憶媒体上の任意のビットあるいはビット列を選択的に検出するように制御する手段とを備えることを特徴とする記憶装置が提供される。

#### 作用

本発明に従う記憶装置は、プローブと記憶媒体との間の静電容量あるいはこの両者の間に電圧を印加した際に生じるトンネル電流を測定することによって情報を読み取る方式を採用している。

静電容量方式にしても、トンネル電流方式にしても、いずれの場合も、記憶媒体が一方の電極を、検出プローブが他方の電極を形成する。また、両者に間に絶縁層が介在することが必須である。接触型である従来の静電容量方式では、記憶媒体の表面に絶縁性の保護層を形成し、検出針がこの保護層の表面を滑走する構成となっていたが、本発明に従う記憶装置では、検出プローブと記憶媒体

とは接触せず、この間の間隙が空気で満たされており、絶縁層として利用される。

記憶装置とは異なる用途においてこのような技術を応用した例として、トンネル電流によってプローブと試料との間隙の変化による試料表面の微細形状の観測方法が開発されている（参考文献：G. ビーニッヒ、H. ローラー；サイエンス、Vol. 15、No. 10、p. 10、1985. 10. 1）。この方法は、プローブ先端と資料の表面が一定の間隔を保つように制御し、資料の表面形状に精密に追従するプローブの変位を増幅することによって資料表面の微細な形状を検出するという技術的思想に基づいている。しかしながら、記憶装置としての利用を考えるとこの方法は高速動作の実現が難しく、記憶装置には不利である。

また、トンネル電流は、記憶媒体と検出プローブの先端との間隙が10 Å程度以内の極めて微細な範囲内で、間隙の変化に対して極めて鋭敏な電流の変動を示す。従って、外乱によるプローブ先端の変位により、読み出し電流も鋭敏に変化する。

このようなトンネル電流を利用して読み出しを行う記憶装置は、本発明に従う非接触検出プローブを用いた装置によって初めて実現する。

即ち、本発明に従う記憶装置を成立させる特徴的な構成として、検出プローブの位置決め手段の制御が、信号の読み出し周波数よりも低い応答周波数で制御されていることに留意すべきである。

例えば、円板状の部材の表面にビットの有無として情報を記憶した記憶媒体を所定の速度で回転し、この記憶媒体と所定の間隔を保ってプローブを対向させると、ビットの有無によって記憶媒体表面とプローブ先端との間のトンネル電流が変化する。

このとき、記憶媒体の変形あるいは外乱によって検出プローブが記憶媒体表面に対して相対的に変位すること等が生じることが考えられるので、プローブと記憶媒体との間隙がトンネル電流を有効に検出し得る範囲を保つように制御する。ただし、その応答速度は、記憶情報の読み出し周波数よりも低く設定してあるので、プローブによって

検出されたトンネル電流の変化から、読み出し情報による変動以外の成分を容易に濾波することができる。

一方、記憶媒体に対する情報の記憶操作は、既存の技術、例えば電子ビームの利用（参考文献：千葉編「分子を操る技術」読売科学技術選書、71頁、読売新聞社、1986年）によって行える。この方法は、別に用意した電子ビーム装置によってオフラインで記憶媒体にビットを形成する方法である。また、オンラインで記憶操作を実施するには、プローブに記憶媒体の表面を破壊するに足るだけの電子流れを発生させる高いパルス電圧を与える、フィールドエミッションを利用する方法を挙げることができる。

尚、上述の如き装置は、記憶媒体とプローブ先端との間の静電容量を検出する、いわゆる静電容量型の記憶装置としても利用することができる。即ち、トンネル電流効果は、1 対の電極を成す記憶媒体とプローブとの間隙が10 Å以下という極めて狭い場合に検出し得る。従って、両者の間隙が

これを越えた場合(例えば数10Å)は、ビットの有無による両者の間隙の変化の検出は、トンネル電流の検出よりも、静電容量の変化として検出することが適切となる。

従って、トンネル電流の変動を利用するか静電容量の変化を利用するかは、ある特定の記憶装置が達成し得る、媒体とプローブとの安定な間隙の精度に依存する。

#### 実施例

以下に図面を参照して本発明をより具体的に詳述するが、以下に示すものは本発明の一実施例に過ぎず、本発明の技術的範囲を何ら限定するものではない。

第1図は本発明の一実施例である記憶装置の構成を概略的に示す図である。

記憶媒体1は、円板状の基板の表面に記憶すべき情報に応じたビットを同心円状に配列し、複数のトラック1aとして形成したものである。

記憶装置内においては、この円板状の記憶媒体

1を中心で保持すると共に、これを回転することによって、後述する検出ヘッド2の直下をビットが順次通過するように構成している。このとき、記憶媒体は交換可能に構成してもよいが、磁気記録媒体を利用した固定ディスク装置のように、記憶媒体と読み出し機構とを一体に構成することが好ましい。何故ならば、後述のように、本発明に従う記憶装置は極めて高い記録密度を実現すると共に、検出プローブと記録媒体との間隙を極めて狭小に維持する必要があるので、記憶媒体の機械的精度に極めて高いものが要求されるからである。また、本発明に従う記憶装置では、その記録密度が極めて高いので、記憶媒体を固定としても、十分な記憶容量を確保することができる。

第2図は、第1図に示す記憶装置の検出ヘッド2の構成を拡大して示すものである。円板状の記憶媒体1の表面に形成されたビットを参照番号1bで示している。ビット1bは、図中では大きく描いているが、実際にはひとつひとつのビットは目視し得ない寸法であることはいうまでもない。

尚、この図中に示すように、以後の説明において、記憶媒体上のビットの配列方向をx方向、記憶媒体表面上でx方向と直角な方向をy方向、記録媒体表面と垂直な方向をz方向と表示する。

プローブ20は、タングステン製の線材の先端を切削して形成したものであり、先端部において10Å前後の分解能を有する。このプローブ20は、支持部材21を介して、圧電素子22の一端に取り付けられている。圧電素子22は、圧電材料を多数積層して作製したものであり、図中に矢印で示すように、印加された電圧に応じてz軸方向に伸縮するように構成されている。

圧電素子22の他端は、接続部材23に接続されている。この接続部材23は、略し字型に屈曲しており、その他端に接続は、第1圧電素子と同様に構成された圧電素子24が、y方向に伸縮するように接続している。

更に、第2圧電素子24の他端は1対の板バネ25a、25bによって記憶装置全体に対して弾性支持されたヘッド基板26に接続している。また、このヘッ

ド基板26は、電磁駆動アクチュエータ30によって側面からy方向に押されて移動するように構成されている。即ち、通常は板バネ25a、25bによって、例えば記録媒体1の記録面の最外周のトラック上にプローブ20の先端が位置するように構成し、電磁駆動アクチュエータ30を駆動することによって、板バネ25a、25bに逆らって、任意のトラック上にプローブ20を移動させることができる。

こうして、この記憶装置においては、電磁駆動アクチュエータ30を駆動することによって検出ヘッド2をy方向に移動することができ、更に、圧電素子22並びに24に電圧を印加することによって、プローブ20をz方向並びにy方向にそれぞれ移動することができる。z方向の移動は、専らプローブ20と記憶媒体1表面との間隙を、後述のように一定に維持するためのものである。

また、y方向については、電磁アクチュエータ30による移動方向と第2圧電素子24による移動方向とが重複するが、これは電磁駆動アクチュエータ30によるヘッド2の位置決め精度が、高密度に

配列されたビットに対して不十分であるからである。逆に、位置決め精度の低い電磁駆動アクチュエータ30を仕様するのは、記憶媒体2の半径に略等しい記録面の全幅にアクセスするための大きな移動量と、ランダムアクセスに際してヘッドを大きく移動させる場合に移動時間を短縮するためである。尚、このプローブ20の位置制御は、位置情報を予め含ませたビット列を読むという、従来の磁気ディスク装置あるいは光ディスク装置で利用されている既知の方法によって実行できる。

第3図は、この記憶装置のプローブ20の先端と記憶媒体1の記録面との関係を拡大して描いた図である。記憶媒体1の表面には、バイナリ信号の何れか一方、即ち“1”あるいは“0”に対応して形成されたビットP<sub>1</sub>～P<sub>n</sub>が在る。また、点線でビットの形状を示した部分P<sub>0</sub>には、P<sub>1</sub>～P<sub>n</sub>とは異なる信号が記録されていることになる。

このような記録媒体1に対して、プローブ20は図中のx方向、即ちP<sub>1</sub>からP<sub>n</sub>へとアクセスしてゆく。いま、仮にビット形成部分が“1”を示

すとする、図中の記録領域を読んだ記憶装置は“1101”の4ビットの情報を読みだすことになる。

このとき、プローブ20の先端と記憶媒体1の表面との間隔h<sub>1</sub>は、微小な領域の静電容量を検出するする間隙(例えば数10オングストローム)あるいはトンネル電流が発生する隙間(例えば、10オングストローム)に一定に保持している。実際には、検出した静電容量もしくはトンネル電流をフィードバックし、制御回路によって前述の圧電素子22を駆動してプローブ20をz方向に移動する。

このとき、プローブ移動の応答周波数の上限がビット列を検出する静電容量変化もしくはトンネル電流変化の周波数より低く設定されている。従って、比較的簡単な濾波回路によって、隙間h<sub>1</sub>の変動の影響はビット列の検出信号を外乱と分離することができる。即ち、これまでに述べられたプローブ20のy方向並びにz方向の移動に際して、プローブの移動動作は常に記憶情報の検出周波数よりも低い周波数で制御する。従って、プロ

ブ20の移動動作によって生ずる検出トンネル電流あるいは検出静電容量の変動は、常に記憶情報の読み出し周波数よりも低い周波数で検出される。そこで、読み出し周波数よりも低い適切な遮断周波数で検出信号を濾波することによって、記憶情報のみを確実に検出することができる。

ここで、記憶媒体のビット径を50オングストローム、線記憶密度10万bit/mm、トラック密度10万トラック/mmとすると、面記憶密度は100億bit/mmとなる。これは一般的な光記憶装置の1万倍以上の記憶密度に相当する。

#### 発明の効果

以上詳述のように、本発明に従う記憶装置は、従来の各種記憶装置に比較して極めて高い記憶密度を実現することができる。

これは、第1に、ビットとして記録された情報を、トンネル電流の変化として検出する新規な構成によるものであり、また、新規な非接触型の検出機構により実現されるものである。

また、この非接触型の検出機構の構成は、従来接触型の検出機構を採用していたが故に限界の低かった静電容量検出型の記憶装置にも適用することができ、この方式における記憶密度をも画期的に向上することができる。

こうして、本発明により、高密度記録によるファイル記憶装置の飛躍的な大容量化あるいは小型化を達成することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に従う記憶装置の構成を概略的に示す図であり、

第2図は、第1図に示した記憶装置のプローブ移動手段の構成を拡大して示した図であり、

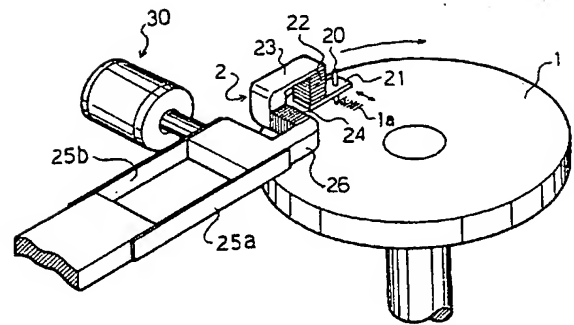
第3図は、第1図並びに第2図に示した記憶装置におけるプローブ先端と記憶媒体表面との関係を示す図である。

〔主な参照番号並びに参照符号〕

1・・・記憶媒体、

特開昭63-96756(6)

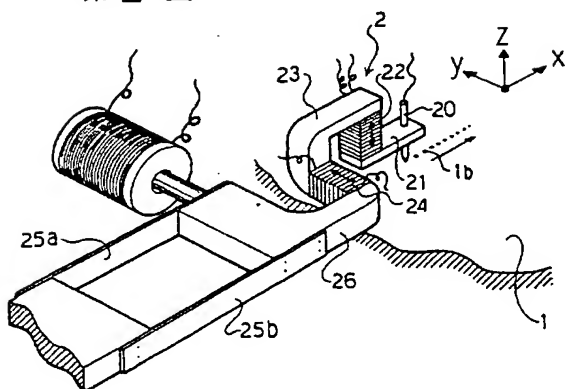
- 2・・・検出ヘッド、
- 20・・・プローブ、
- 21・・・支持部材、
- 22・・・第1圧電素子、
- 23・・・接続部材、
- 24・・・第2圧電素子、
- 25a、25b・・・板ばね、
- 26・・・ヘッド基板、
- 30・・・電磁駆動アクチュエータ、
- P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>・・・ビット



第1図

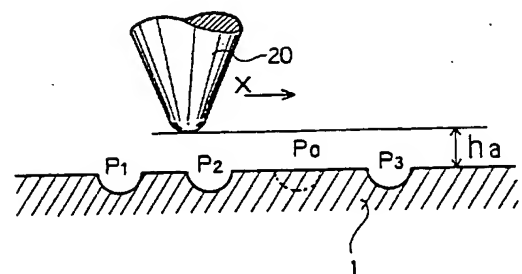
- |             |                      |
|-------------|----------------------|
| 1・・・記憶媒体    | 2・・・検出ヘッド            |
| 20・・・プローブ   | 21・・・支持部材            |
| 22・・・第1圧電素子 | 23・・・接続部材            |
| 24・・・第2圧電素子 | 25a, 25b・・・板ばね       |
| 26・・・ヘッド基板  | 30・・・電磁駆動<br>アクチュエータ |

第2図



- |             |                |
|-------------|----------------|
| 1・・・記憶媒体    | 2・・・検出ヘッド      |
| 20・・・プローブ   | 21・・・支持部材      |
| 22・・・第1圧電素子 | 23・・・接続部材      |
| 24・・・第2圧電素子 | 25a, 25b・・・板ばね |
| 26・・・ヘッド基板  |                |

第3図



- |   |           |
|---|-----------|
| 1・・・記憶媒体  | 20・・・プローブ |
| P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> ・・・ビット |           |